

Japanese Patent No.3151364

Registration Date: January 19, 2001

Application No.: 06-300807

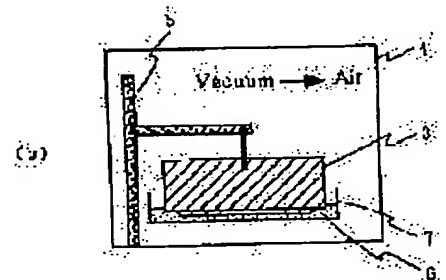
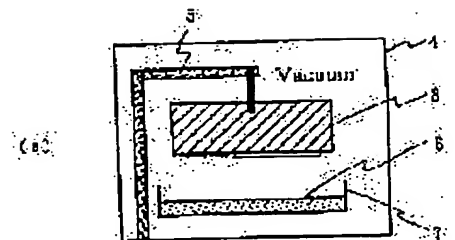
Filing Date: December 5, 1994

# TITLE: PRODUCTION OF POLYMER OPTICAL WAVEGUIDE

## Abstract:

**PURPOSE:** To exactly guide the incident light without generating crosstalk due to generation of leakage light from a core by filling a capillary of an optical waveguide with a monomer soln., which is a raw material for the core, by capillarity phenomenon, then polymerizing this monomer soln.

**CONSTITUTION:** A pattern substrate and plane substrate are clamped by a jig 3 for clamping. One of four laterals which has openings of capillaries as a monomer inlet is left open and the remainders are sealed. Then the resultant is set in a holder 5 in a vacuum chamber 4. Next, this vacuum chamber 4 is evacuated to a vacuum to effect a degassing treatment to remove the gas included in the monomer soln.6. The jig 3 for clamping is then moved downward to immerse the substrate into the monomer soln.6. The inside of the vacuum chamber 4 is then leaked to have the monomer soln.6 sucked into the capillary. After the atm. pressure is restored in the vacuum chamber 4, the jig 3 for clamping is removed from the holder 5 and the monomer soln. is polymerized.



(19) 日本国特許庁 (J P)

# (12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3151364号

(P 3 1 5 1 3 6 4)

(45) 発行日 平成13年4月3日(2001.4.3)

(24) 登録日 平成13年1月19日(2001.1.19)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

識別記号

G02B 6/13  
6/122

F I

G02B 6/12

M  
A

請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-300807

(22) 出願日 平成6年12月5日(1994.12.5)

(65) 公開番号 特開平8-160239

(43) 公開日 平成8年6月21日(1996.6.21)

審査請求日 平成10年7月17日(1998.7.17)

(73) 特許権者 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 デビッド ハート

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(74) 代理人 100103296

弁理士 小池 隆彌

審査官 岡田 吉美

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高分子光導波路の製造方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 キャピラリとなる溝のパターンが形成されたパターン面を有するパターン基板のパターン面と平面基板とをクランプ用治具を用いてクランプすることで密着させ、

前記クランプ用治具を用いて密着された状態のパターン基板と平面基板とのキャピラリの開口部のある第1及び第2の面、パターン基板と平面基板との密着面に垂直でキャピラリの開口部を有さない第3及び第4の面のうち、モノマーの吸入口となるキャピラリの開口部を有する第1の面を除いた他の3面を封止し、

前記クランプ用治具を用いて密着された状態のパターン基板と平面基板とをモノマー溶液を保持する液溜の設けられた真空室内に配置し、  
前記真空室内を減圧し、

2

前記クランプ用治具を用いて密着された状態のパターン基板と平面基板とのモノマーの吸入口となるキャピラリの開口部を有する第1の面を前記液溜中のモノマーへ浸し、

該浸した状態で真空室内の圧力を前記減圧状態から大気圧状態まで戻すことによってモノマーをキャピラリに充填することを特徴とする高分子光導波路の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、イメージスキャナ等、様々な光学デバイスに応用される高分子光導波路の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 光導波路は、屈折率  $n_1$  の誘電体材料が、 $n_1$  より小さい屈折率の誘電体材料の間に配置され

て形成されるものである。このような光導波路に光が入射されると、それぞれの誘電体の屈折率が異なるので、入射された光は、高屈折率  $n_1$  の誘電体内部においてその全てが繰り返し反射され、光導波路に沿って導波される。このようにして、光は1点から別の点へ伝播される。

【0003】光導波路には、プレーナ型光導波路とチャネル型光導波路とがある。プレーナ型光導波路とは、光が導波する部分（コア）が平面状に形成されているもので、これに対し、チャネル型導波路とは、線状にコアが形成されているものである。つまり、プレーナ型光導波路は、光の進行方向が一次元的に制限されるものであり、一方、チャネル型光導波路は、導波路の形状が曲がったようにパターン化されていても光が導波できるので、二次元的に光の進行方向が制限されるものである。

【0004】また、光導波路の製造方法には、無機材料や有機材料を用いた多くのものがある。無機材料を用いた光導波路の製造方法においては、局所的に屈折率を変化させるのに、イオン交換プロセスが用いられる。例えば、ガラス内のナトリウムイオンは、融解させた窒化銀が容れられた容器内で330℃、30分間ガラスシートを浸しておくだけで、銀イオンと交換することができる。このようにして銀を含ませた領域は、高い屈折率をもち、光導波路のコアとして作用する。しかしながら、無機材料から光導波路を製造するには、材料自体と作製工程のコストのため、コストが高くなってしまう。

【0005】一方、有機材料を用いても、光導波路を製造することができ、例えば、次のような原理のものがある。まず、高分子材料中に感光性の添加物を添加し、そこに紫外線を露光させて選択的に高分子化させ、その後、加熱して、その周囲よりも高い屈折率をもつ未露光部の添加物を除去することにより、光導波路を形成する。しかしながら、この製造方法の原理は簡単ではあるが、実際のデバイスを実現するためには、多くの製造工程を必要とする。

【0006】有機材料を用いた他の光導波路の製造方法としては、レーザビーム法、反応性イオンエッチング法（RIE法）、湿式エッチング法等を用いて、薄膜を選択的に除去し、光導波路を形成するようなものもある。

【0007】これらの他に、有機材料を用いた光導波路の製造方法として、生産コストが低いものが、Electronics Letters, 1993, Vol. 29, No4, pp. 309-401 (Fabrication of Low Polymer Waveguides using Injection Moulding Technology) に提案されている。この光導波路の製造方法は、キャピラリとなる溝のパターンが形成されたパターン基板作製を、高分子材料を用いた射出成形法により行い、これによりチャネル型の高分子光導波路を製造するものである。この高分子光導波路の製造方法は、射出成形法を用いるので生産性に優れており、安価で量産性に優れた高分子光導波路を提供することができる。

【0008】この製造方法について、図5から図7を用いて説明する。まず、キャピラリとなる溝のパターンが形成されたパターン基板を作製するための射出成形用の金型の作製について図5を用いて説明する。

【0009】第1に、図5(a)に示すように、シリコン基板20上に、紫外線用のフォトリソスト21を塗布する。このとき、フォトリソスト21の厚さは、最終的なパターン基板の溝の深さとなるので、パターン基板の設計に応じて設定されるものである。また、ここで、基板としてシリコン基板を用いたが、これは、後の工程で電気メッキ技術を用いるからであり、この他にも種々のものが用いられ、ガラス上に酸化インジウム錫がコートされたITO基板等の導電性基板であればよい。

【0010】それから、図5(b)に示すように、溝のパターンが描画されたマスク22を用いた紫外線23による露光を行い、これを現像すると、図5(c)に示すように、フォトリソスト21をパターニングすることができる。

【0011】次に、電気メッキ技術により、図5(d)に示すように、上記のようにしてパターン化されたフォトリソスト21上に、ニッケルや亜鉛等の金属材料を電着させて金属薄板24を形成し、図5(e)に示すようなフォトリソストのパターンが転写された金型25を作製することができる。なお、このような金型25は、比較的大きな光導波路のコアを形成するものであれば、金属研削技術を用いて加工することができる。

【0012】上記のようにして作製した金型25を用いれば、通常の射出成形機によって、図6のようにPMMA (polymethyl methacrylate) 等の高分子材料からなる高分子パターン基板1を作製することができる。ここで用いる射出成形技術は、光ディスクの製造に用いられているような通常の技術であり、PMMA等の高分子材料を用いて、6μmの幅で6μmの深さの矩形の溝形状のパターンをもつようなパターン基板を作製することができる。

【0013】次いで、このようにして作製したパターン基板の溝部1に導波路のコア用の高分子の原料となるポリマ前駆体材料を充填して、PMMA等の高分子材料からなる平面基板をパターン基板の溝部に接するように密着させた後、紫外線照射等で高分子化させることにより、重水素置換されたEGDMA (ethleneglycol dimethacrylate) 等の高分子材料からなる光導波路のコアを形成することができる。この後、上記のようにして形成した光導波路のコアがある面を平面基板に張り合わせる。ここで、重水素置換とは、水素を重水素に置換することをいう。

【0014】なお、パターン基板及び平面基板と、光導波路のコアとは、PMMAと重水素置換されたEGDMAとの組み合わせのように、光導波路のコアの屈折率の方が高くなるように、それぞれの屈折率が異なる材料を

用いる (PMMA と EGDMA との組み合わせの場合、EGDMA の屈折率の方が、PMMA の屈折率より高い)。

【0015】 以上のようにして、図 7 に示すように、平面基板 2 が上部クラッド、パターン基板 1 が下部クラッドとなり、パターン基板の溝部に形成された高分子材料がコア 8 となる高分子光導波路を製造することができる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来の高分子光導波路の製造方法により作製した光導波路は、図 8 に示すように、平面基板 2 とパターン基板 1 との間に、コア用の高分子材料の原料がはみ出した状態で高分子化されてしまい、1 ~ 10  $\mu\text{m}$  程度の厚い間隙 8 a が生じてしまう。したがって、この間隙 8 a のため、この光導波路に光を入射させると、光が間隙 8 a に漏洩し、デバイス全体に拡散してしまい、光導波路のコア 8 を正常に伝播することができなくなってしまう。この間隙 8 a の厚さは、入射させる光の波長や導波路のコアの屈折率等に依存するが、通常 1  $\mu\text{m}$  以下でも、損失の原因となるとされているものである。

【0017】 本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであって、キャピラリとなる溝のパターンが形成されたパターン基板のパターン面を平面基板に密着させてキャピラリを形成して、そのキャピラリに高分子材料からなるコアを形成した高分子光導波路において、パターン基板と平面基板との間の間隙を無くして、各コア間における光の漏洩がない、光導波特性に優れた高分子光導波路の製造方法を提供することを目的としている。

【0018】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため、本発明では、高分子光導波路の製造方法において、キャピラリとなる溝のパターンが形成されたパターン面を有するパターン基板のパターン面と平面基板とをクランプ用治具を用いてクランプすることで密着させ、前記クランプ用治具を用いて密着された状態のパターン基板と平面基板とのキャピラリの開口部のある第 1 及び第 2 の面、パターン基板と平面基板との密着面に垂直でキャピラリの開口部を有さない第 3 及び第 4 の面のうち、モノマーの吸入口となるキャピラリの開口部を有する第 1 の面を除いた他の 3 面を封止し、前記クランプ用治具を用いて密着された状態のパターン基板と平面基板とをモノマー溶液を保持する液溜の設けられた真空室内に配置し、前記真空室内を減圧し、前記クランプ用治具を用いて密着された状態のパターン基板と平面基板とのモノマーの吸入口となるキャピラリの開口部を有する第 1 の面を前記液溜中のモノマーへ浸し、該浸した状態で真空室内の圧力を前記減圧状態から大気圧状態まで戻すことによってモノマーをキャピラリに充填することを特徴とす

るものである。

【0019】

【0020】

【0021】

【作用】 本発明の高分子光導波路の製造方法によれば、上記のようにパターン基板のパターン面と平面基板とをクランプ用治具を用いてクランプすることで密着させた後、キャピラリにコアの原料となるモノマー溶液を充填し、モノマー溶液を高分子化するので、パターン基板と平面基板との境界面にモノマー溶液が回り込んで間隙を形成することがない。

【0022】 さらに、本発明によれば、光導波路のキャピラリへモノマー溶液を充填させるときに、真空室内においてクランプ用治具を用いて密着された状態のパターン基板と平面基板とのモノマーの吸入口となるキャピラリの開口部を有する第 1 の面を液溜中のモノマーへ浸し、この浸した状態で真空室内の圧力を前記減圧状態から大気圧状態まで戻すことによってモノマーをキャピラリに充填するので、比較的長いキャピラリや粘度の高い状態でモノマー溶液を充填させるときにでも、速やかに充填工程を行うことができる。

【0023】

【0024】 したがって、本発明によれば、パターン基板と平面基板との境界に間隙を形成しないので、各コア間の漏洩光によるクロストークがなく光導波特性に優れた高分子光導波路を実現することができる。

【0025】

【実施例】 以下、本発明の実施例について、図面を参照して説明する。なお、従来の技術で説明したものと同一構成要素については、同一の符号を用いる。第 1 の実施例として、光導波路のキャピラリへモノマー溶液を充填させるときに、毛細管現象を補助するように、キャピラリ内部とモノマー溶液周囲との真空を用いた圧力変化を利用した高分子光導波路の製造方法について説明する。また、この実施例では、パターン基板及び平面基板の材料として PMMA (polymethyl methacrylate) を用い、光導波路のコアの材料として DAI (diallyl isophthalate) を用いている。

【0026】 パターン基板は、従来の技術において述べたものと同様にして作製することができるので、本実施例でのパターン基板の作製について、従来の技術の説明に用いた図 5 を用いて詳細に説明する。まず、図 5

(a) のように膜厚が 8  $\mu\text{m}$  のフォトレジスト膜 21 をシリコン基板 20 上に形成し、次に、図 5 (b) に示すように、フォトリソグラフィ技術を用いて溝パターンの転写を行う。即ち、このフォトレジスト膜 21 にマスク 22 を密着させて紫外線 23 を露光すると、マスク 22 の溝 22 a、22 b のパターンがフォトレジスト膜 21 に転写される。すると、図 5 (c) に示すように、キャピラリとなる溝 21 a、21 b のパターンが形成され

る。ここで、この溝21a、21bの幅も8 $\mu$ mとした。

【0027】それから、パターン化されたフォトリソ膜の表面に、塩化ニッケル(■)の水溶液を用いて電気メッキ法により、図5(d)に示すように、厚さが10 $\mu$ mのニッケル製の金属薄板24を形成する。そして、このようにして形成した金属薄板24のパターン面の反対側の平面に、図示しない支持板をエポキシベースの接着剤を用いて接着する。

【0028】最後に、レジスト剥離剤を用いて、フォトリソ膜21を溶解することにより、金属薄板23をシリコン基板20から分離させると、図5(e)に示すような、射出成形機に使用可能な8 $\mu$ m矩形の凸部25a、25bをもった凸形状のパターンをもった金型25を作製することができる。

【0029】上記のようにして作製した金型25を用いれば、従来の技術で前述したのと同様に、図6のようにして、射出成形技術により高分子材料としてPMMAを用いて、溝形状のパターンをもったパターン基板1を作製することができる。なお、本実施例では、パターン基板1の厚さは、溝部がないところで2mmとした。また、図7に2として示した平面基板も、高分子材料としてPMMAを用いて、射出成形技術により作製することができ、本実施例では、2mmのものを射出成型技術により作製した。ここで、PMMAは、射出成形に用いるのに適しており、かつ、光学特性に優れたものである。

【0030】なお、パターン基板1のサイズについて、厚さは前述のとおり2mmとしたが、縦と横の長さは、溝の長さ方向を5cmで、溝の幅方向を2.5cmとし、一方、平面基板の縦と横の長さもパターン基板のサイズと同様に5cm $\times$ 2.5cmとした。

【0031】次いで、上記のようにして作製したパターン基板と平面基板とを密着させる工程について、図1を用いて説明する。図1(a)に示すように、パターン基板1と平面基板2とをクランプ用治具3の内部にセッティングし、クランプ用治具3によりパターン基板1と平面基板2とを密着させる。すると、パターン基板の溝部が空洞状になりキャピラリ1a、1b、1c、1d、1e、1fが形成される。そして、図1(b)に示すように、パターン基板1と平面基板2とを密着させて形成される四側面のうち、モノマの吸入口となるキャピラリ1a $\sim$ 1fの一方の開口部のある面10aを除いた三側面、側面10b、10c及び図1の紙面の裏面に相当する図示されない面を、エポキシ樹脂等からなる低真空用のシール用樹脂11を用いて封止する。これにより、キャピラリ1a $\sim$ 1fのモノマの吸入口とはならない他方の開口部も封止されたことになる。

【0032】クランプ用治具3は、厚さが5mmのアルミ合金製の2枚の金属板3a、3bと、ネジ3c、3d及び図示されないネジの合計6個のネジから構成され

る。そして、このクランプ用治具3は、パターン基板1及び平面基板2を曲げたり破損させることなく、パターン基板1及び平面基板2を密着するのに十分な圧力を与えるように、その周囲を6個のネジを用いて固定するものである。

【0033】なお、パターン基板1及び平面基板2をクランプ用治具3によりクランプする際には、パターン基板1及び平面基板2が歪曲すると、高精度な光導波路を形成することができないので、パターン基板1及び平面基板2が歪曲しないように、均一に圧力を与えるようにクランプしなければならない。

【0034】そして、後述する工程において、クランプされたパターン基板1及び平面基板2をコア用高分子の原料のモノマ溶液に浸すとき、即ちキャピラリ1a $\sim$ 1fの開口端をモノマ溶液に接触させてモノマをキャピラリ1a $\sim$ 1fに充填するときに、気泡が混入されることがないように、パターン基板1及び平面基板2の端面10aは、同一平面になるように配置してクランプしなければならない。

【0035】なお、本実施例では、クランプ用治具として、アルミニウム合金からなる金属板とネジから構成されるものを用いたが、これに限定されるものではなく、基板を密着させるために圧力をかけるのに水圧応用機構を用いたものなどでもよく、基板の大きさや形状等により適宜に設計されるものである。

【0036】次いで、上記のようにしてパターン基板と平面基板とを密着させたもののキャピラリに、コアの原料であるモノマ溶液を充填する工程について、図2を用いて説明する。上記のようにしてパターン基板1及び平面基板2をクランプ用治具3によりクランプしたものを、図2(a)に示すように、真空室4内の保持具5にセッティングする。ここで保持具5は、クランプ用治具3を上下方向に移動可能な構成になっている。また、真空室4の内部には、5%の過酸化ベンゾイルを含むDAIのモノマ溶液6が入れられた容器7が、クランプ用治具3の真下に位置するように配置される。なお、DAIモノマ溶液6中に含有される過酸化ベンゾイルは、加熱されると、DAIのモノマを高分子化させる重合剤として作用するものである。

【0037】次に、真空室4内を、 $10^{-4}$  Torrの真空度まで真空引きして、DAIのモノマ溶液6に含まれる気体を取り除かれるまで、脱ガス処理を施し、その後、保持具5を用いてクランプ用治具3を下方向に移動させ、図1で示したキャピラリ1a $\sim$ 1fの開口部をDAIモノマ溶液6に浸す。

【0038】それから、真空室4内部を、真空から大気圧まで徐々に変化するようにリークさせると、キャピラリ内部の圧力が、DAIモノマ溶液6の周囲の圧力より相対的に小さくなるので、DAIモノマ溶液6がキャピラリ内部に吸入される。このように、比較的長いキャピ

ラリにモノマを充填させる場合には、毛細現象による効果を補助するように、真空を用いた圧力変化を利用すれば、キャピラリへのモノマの充填工程を行うことができる。

【0039】このようにして、キャピラリ内にDAIモノマ溶液6が充填され、真空室4内が大気圧に達した後、クランプ用治具3を、保持具5から取り外してオープンを用いて85℃の温度で6時間加熱して、DAIモノマ溶液6を高分子化させる。

【0040】ここで、モノマが高分子化されると、その高分子は、パターン基板1と平面基板2との接着剤としても作用するので、光導波路パターンが形成された部分が接着に十分な領域（接着面）となり、クランプ用治具3を取り外しても、パターン基板1及び平面基板2をクランプする必要はなくなる。なお、より細い光導波路パターンの場合には、接着用のダミーパターンを形成することにより、基板の接着に十分な部分（接着面）を光導波路に接触するようにすればよい。

【0041】最後に、以上のようにして作製した高分子光導波路の表面を、0.5μm以下のサイズのダイヤモンド含有懸濁液を用いた標準的な研磨機器により、研磨して、シール用樹脂を取り去る。以上のようにして、本発明による高分子光導波路を作製することができる。

【0042】ここで、本発明の高分子光導波路の製造方法に用いる高分子材料の選定について説明する。第1に、高分子光導波路のコアに光を導波させるためには、クラッドとして作用するパターン基板及び平面基板の高分子材料の屈折率は、コアの屈折率が基板の屈折率よりも小さくなければならない。

【0043】第2に、高分子光導波路のコアにおける光結合、即ち光をコアに入射させたりコアからの出射光を取り出したりするときに用いる光学部品等との結合において、高分子光導波路の光学特性に大きく影響を受けるので、これを考慮しなければならない。そのため、光導波路の光学特性を表す一つのパラメータとしてN.A.（開口数）がある。このN.A.は、光導波路のコアとクラッドの屈折率により求めることができ、コアの屈折率を $n_{core}$ 、クラッド（基板）の屈折率を $n_{clad}$ とすると、下式で表される。

【0044】

$$N.A. = \left( (n_{core})^2 - (n_{clad})^2 \right)^{1/2}$$

例えば、光導波路に光を入射させる光結合を考えた場合、このN.A.は、どれ位の広い角度からの光が光導波路内を導波する光として取り入れられるかを表す指標となり、その値が大きいほど広い角度からの光が光導波路内に取り入れられる。そして、レンズを用いて光導波路に光を入射させる光結合を考えると、レンズのN.A.が光導波路のN.A.より大きければ、光導波路内を導波しない、即ち光導波路内に取り入れられない光の成分が生じるので、光導波路の入射端側のレンズのN.

50

A.を光導波路のN.A.より小さいものを用いる。このように、実際の光デバイスの光学系の設計においては、N.A.が重要なファクタとなる。

【0045】典型的な基板に用いられる高分子材料としては、光学特性に優れ、温度安定性や化学安定性にも優れているPMMA (polymethyl methacrylate) やポリカーボネイト等のようなアクリル高分子がよく用いられるので、実際の光結合に用いる他の光学部品の光学特性に応じて、N.A.とこれらの基板材料の屈折率とを考慮して、コアの屈折率によりコアの高分子材料を選択すればよい。

【0046】第3に、モノマ材料は、光導波路のコアを作製するのに液体状態で用いることができるものでなければならず、かつ基板にもちいる高分子材料を溶解させるものであってはいけない。

【0047】また、モノマが高分子化する、即ち重合反応の際に、副生成物を生じないもので、比較的低温（100℃以下）で反応するものが望ましい。

【0048】本実施例では、上記の点を考慮して、パターン基板及び平面基板の材料としてPMMA (polymethyl methacrylate) を用い、光導波路のコアの材料としてDAI (diallyl isophthalate) を用いた。

【0049】本実施例で作製した高分子光導波路では、PMMA高分子の屈折率が1.49であり、DAIの屈折率が1.59であったので、N.A.が0.55であった。

【0050】上記のようにして作製した高分子光導波路のコアの入射端に、倍率が20倍でN.A.が0.4である顕微鏡用対物レンズを用いて、光を入射させて、その高分子光導波路のコアの出射端からの出射光を観察した。ここで、前述のとおり、本実施例で作製した高分子光導波路のN.A.が0.55であったので、入射端における光結合を考慮して、顕微鏡様態物レンズのN.A.が0.4のものを用いた。この観察結果として、一つのコアの出射端からの出射光を拡大したものを図3に示す。図3からも明らかなように、本実施例において作製した高分子光導波路は、パターン基板1と平面基板2との境界面においてコア8の原料となるモノマ溶液の回り込みがなく間隙を形成することがないので、入射光がその境界面で漏洩することなく、入射光が入射したコア8のみを良好に導波してそのコア8の出射端のみから出射されていた。

【0051】第2の実施例として、上記第1の実施例とは異なり、光導波路のキャピラリヘモノマ溶液を充填させるときに、毛細管現象を補助するように、キャピラリの一方の開口部を真空引きして、モノマ溶液を吸入してキャピラリへ充填してものについて説明する。

【0052】パターン基板及び平面基板の作製は、第1の実施例と同様にして作製した。そして、パターン基板と平面基板とを密着させるのに、図1に示したクランプ

用治具 3 を用いてクランプし、第 1 の実施例と同様に行った。ただし、第 1 の実施例では、クランプ用治具によりパターン基板と平面基板とをクランプした後、シール用樹脂を用いて三側面の封止をしたが、本実施例では、必要がないので、シール用樹脂を用いた封止は行わなかった。しかし、必要に応じて、図 1 に示した側面 10 b、10 c のみに、シール用樹脂を用いた封止をしてもよい。また、基板材料やモノマ材料についても、第 1 の実施例と同様のものを用いた。

【0053】次に、コアの原料であるモノマ溶液のキャピラリへの充填にていて、図 4 を用いて説明する。パターン基板及び平面基板をクランプ用治具によりクランプしたものを、図 4 に示すように、キャピラリ 1 a、1 b の一方の開口部を、容器 7 に容れられたモノマ溶液 6 に浸す。そして、一方の端部が図示しない真空装置に接続された真空引き管 15 の先端を、モノマ溶液 6 に浸していないキャピラリの他方の開口部にあてっがえば、キャピラリ 1 a、1 b にモノマ溶液を充填することができる。なおここで、図 4 に示すように、真空引き管の先端に、光導波路の真空引きをする面の全体を覆うような形状のゴム製等のカバー 16 を取り付けて真空引きすれば、全てのキャピラリを同時に真空引きすることができる。

【0054】この後は、上記第 1 の実施例と同様にして、キャピラリに充填したモノマを高分子化させた。ただし、本実施例では、シール用樹脂を用いた封止を行わなかったため、第 1 の実施例で行った光導波路表面の研磨工程は、省略することができる。以上のようにして、第 2 の実施例における高分子光導波路を作製することができる。

【0055】上記のように第 2 の実施例において作製した高分子光導波路を用いて、第 1 の実施例と同条件で、光を入射させて、その出射端から出射される出射光を観察した結果、第 1 の実施例と同様に図 3 に示したものと同一観察結果が得られた。すなわち、パターン基板 1 と平面基板 2 との境界面においてコア 8 の原料となるモノマ溶液の回り込みがなく間隙を形成することがないので、入射光がその境界面で漏洩することなく、入射光が入射したコア 8 のみを良好に導波してそのコア 8 の出射端のみから出射されていた。

【0056】なお、上記第 2 の実施例において、コアの原料となるモノマ溶液の脱ガス工程については説明を省略したが、この工程は、より高精度な光導波路を製造するためには必要な工程である。

【0057】なお、上記第 1 及び第 2 の実施例において、パターン基板の溝の数即ちキャピラリの数について、図はあくまでも概念的に表したものであり、これらに限定されるものではない。また、キャピラリの形状についても、上記実施例に限定されるものではなく、直線上のものばかりでなく、曲線部を有するようなキャピラ

リでもかまわない。

【0058】また、上記第 1 及び第 2 の実施例では、キャピラリに充填したモノマを加熱することにより高分子化させたが、これに限定されるものではなく、紫外線を照射することにより高分子化させるなど、用いるモノマ材料によって適宜選定されるものである。

【0059】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、パターン基板のパターン面と平面基板とをクランプ用治具を用いてクランプすることで密着させた後、キャピラリにコアの原料となるモノマ溶液を充填し、モノマ溶液を高分子化して高分子光導波路を製造するので、従来のもののように、パターン基板と平面基板との境界面にモノマ溶液が回り込んで間隙を形成することがない。したがって、この基板の境界面において、それぞれのコアからの漏洩光が発生してクロストークを生じることなく、入射光を正確に導波させることができる。

【0060】さらに、本発明によれば、光導波路のキャピラリへモノマ溶液を充填させるときに、真空室内においてクランプ用治具を用いて密着された状態のパターン基板と平面基板とのモノマーの吸入口となるキャピラリの開口部を有する第 1 の面を液溜中のモノマーへ浸し、この浸した状態で真空室内の圧力を前記減圧状態から大気圧状態まで戻すことによってモノマーをキャピラリに充填するので、比較的長いキャピラリや粘度の高い状態でモノマ溶液を充填させるときにでも、速やかに充填工程を行うことができるので、非常に生産性に優れた光導波路を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による第 1 の実施例のパターン基板と平面基板との密着工程を及び封止工程を示す図である。

【図 2】本発明による第 1 の実施例のコアの原料のモノマ溶液をキャピラリに充填する工程を示す図である。

【図 3】本発明により作製した高分子光導波路の出射端からの出射光の観察結果を示す図である。

【図 4】本発明による第 2 の実施例のコアの原料のモノマ溶液をキャピラリに充填する工程を示す図である。

【図 5】高分子光導波路を構成するパターン基板を作製するための金型の製造工程を示す図である。

【図 6】高分子光導波路を構成するパターン基板を金型を用いて作製する工程を示す図である。

【図 7】従来の高分子光導波路の製造方法の製造工程を示す図である。

【図 8】従来の高分子光導波路の製造方法により製造した高分子光導波路のコアの出射端の拡大図である。

【符号の説明】

1 パターン基板

1 a、1 b、1 c、1 d、1 e、1 f キャピラリ

2 平面基板

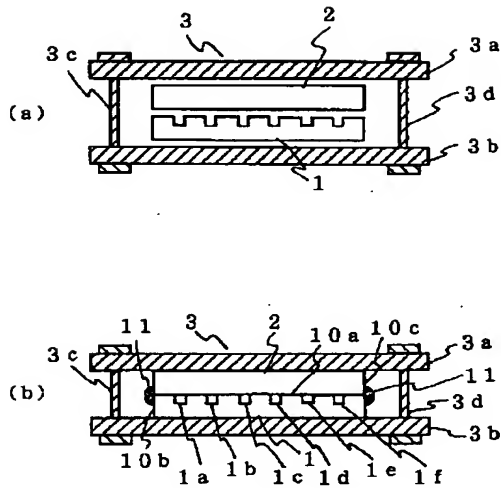
3 クランプ用治具



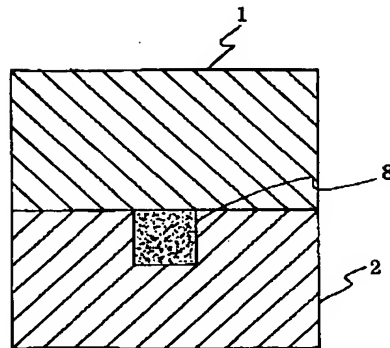
- 4 真空室  
5 保持具  
6 モノマ溶液  
7 容器  
8 コア  
11 シール用樹脂  
15 真空引き管

- 16 カバー  
20 シリコン基板  
21 フォトリソグスト膜  
22 マスク  
23 紫外線  
24 金属薄板  
25 金型

【図 1】



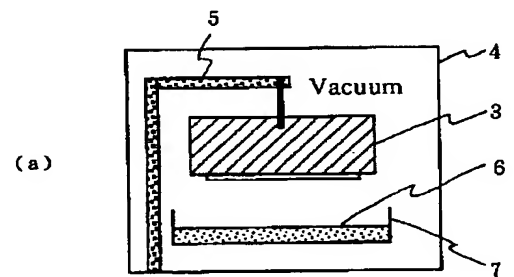
【図 3】



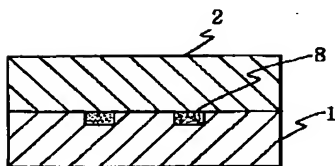
【図 6】



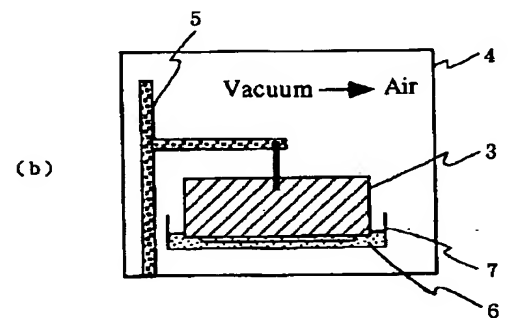
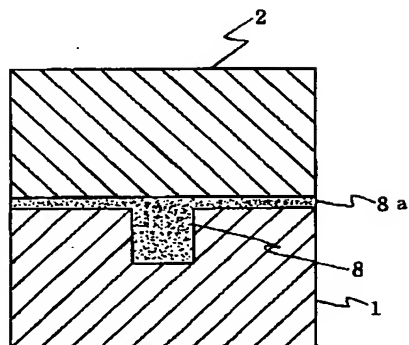
【図 2】



【図 7】

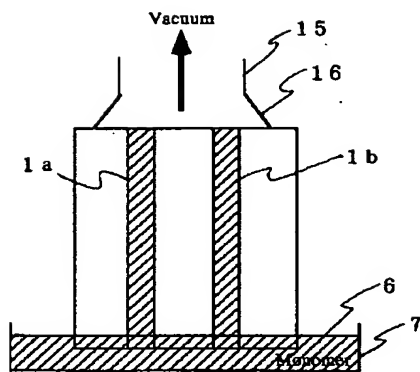


【図 8】

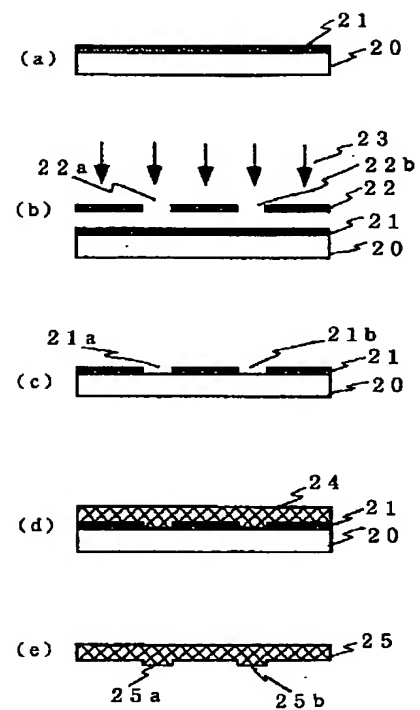




【図4】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平1-244434 (JP, A)  
 特開 昭63-229433 (JP, A)  
 特開 平3-132705 (JP, A)  
 特開 平2-173710 (JP, A)  
 Electronics Letters, 1993, Vol.29, No.4, p.  
 399-401

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

G02B 6/12 - 6/14  
 G02F 1/00 - 1/13  
 G02F 1/1339 - 1/1341  
 G02F 1/15 - 2/02